

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-177684

(43)Date of publication of application : 08.10.1984

(51)Int.Cl.

G06K 9/00

G06K 9/20

(21)Application number : 58-053286

(71)Applicant : MIYAKE KOJI

(22)Date of filing : 28.03.1983

(72)Inventor : MIYAKE KOJI

KURITA MASANORI

TSURUOKA SHINJI

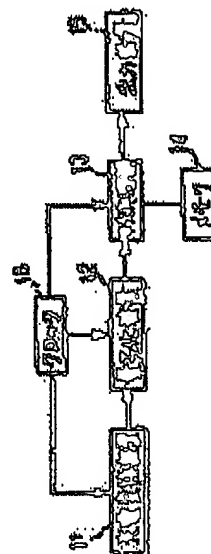
YOKOI SHIGEKI

(54) OPTICAL CHARACTER READING SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the recognition rate in a short discrimination time even for mixed characters by using a weighting direction exponential histogram and a difference degree calculating method such as an artificial Maharanobis' distance/ artificial Bayes discriminating equation or the like to recognize characters.

CONSTITUTION: A quantizing device 12 converts a multilevel pattern to a binary pattern and applies it to a CPU13. This pattern is stored temporarily from the CPU13 into a memory 14, and recognition processing such as character feature extraction, difference degree calculation, or the like are performed, and recognition results are outputted to an output device 15. A filter having a coefficient of weight is used for the character pattern to obtain a feature vector (weighting direction exponential histogram). Distances between preliminarily generated and stored standard patterns of respective character types and a character to be recognized are calculated. In an equation obtaining the Maharanobis' distance, inherent values of respective axes are used up to the K axis but inherent values are kept constant with respect to the (K+1) axis and following axes to calculate a degree of difference.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁 (JP)
⑭ 公開特許公報 (A)

⑮ 特許出願公開
昭59—177684

⑯ Int. Cl.³
G 06 K 9/00
9/20

識別記号

庁内整理番号
Z 6619—5B
8419—5B

⑰ 公開 昭和59年(1984)10月8日

発明の級 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑱ 光学的文字脱取方式

⑲ 特 願 昭58—53286

⑳ 出 願 昭58(1983)3月28日

特許法第30条第1項適用 昭和57年11月28日
社団法人電子通信学会開催の「昭和57年度電
気関係学会京海支部迎合大会」において発表

㉑ 発 明 者 三宅康二

名古屋瑞穂区竹田町4丁目24
番地2

㉒ 発 明 者 泉田昌徳

三重県三好郡朝日町堀生2800番
地35

㉓ 発 明 者 鶴岡信治

京市一身田豊野1406番地33

㉔ 発 明 者 横井茂樹

名古屋市中央町1丁目82番地

㉕ 出 願 人 三宅康二

名古屋市瑞穂区竹田町4丁目24
番地2

明 細 書

1. 発明の名称

光学的文字脱取方式

2. 特許請求の範囲

記録媒体の文字を走査して光強度検し、その検
出信号に基づいて文字脱取を行なう光学的文字脱
取方式において、

前記検出信号により量子化され、正規化を行な
った文字パターンに対して文字脱取部の各画素と
なる画素点の方向指数を求め、

この文字パターン上で互いに隣接するように配
置されて画素に所定の画素傾度を与える値を付け
フィルムにより所定の画素点を方向指数別に計数し
て傾度方向指数とストグラムを得、

予め定めた字種の各画素パターンに対する前記
傾度方向指数とストグラムの相関係数を計算する際
に、その相関係数における所定以上の高次の固有
値を一定値として相関係数計算を行ない、前記画素
パターンの中から相関係数の小さな文字を選択す
ることを特徴とする光学的文字脱取方式。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、早書き脱字、早書き等の多くのスト
ロークによって構成される文字の光学的文字脱取
方式に関する。

従来、行なわれている脱取方式はパターン類似
度法と相関係数法に大別される。相関係数法の例
として、ストローク相関係数法があるが、脱取の
対象を早書き脱字とした場合、対象字種が非常に
多く自分の脱取が困難であり、そして文字パター
ンには「つなれ」、「続け文字」、誤字、略字、
異体字などが含まれることを恐れると困難な点が
多い。

そこで、本発明は脱取部の新技術パターン類似
度法との融合化の方向へ発展させて早書き脱字を
含む文字を高精度に脱取することを目的とするもの
である。

そして本発明では、文字脱別に用いる相関係数
はマハラノビス距離を算出しているが、従来の相
関係数などに用いられた相関係数では、脱取時間を短
くするなどの理由から低次の項だけを使用してい

た面に対し、傾斜のように増減が連続で半段段が非常に大きい割合では、高次項の傾斜が重大な問題を引起こすことがあるため、高次成分を近似的に考慮し、かつ計算量の増加も少ない相違度式“類似マハラノビス距離”等を新たに活用することにより、文字認識を行なうことを特徴としている。

以下本発明を図に示す一実施例について説明する。第1図は全体構成を示すブロック図で、11は読取対象の文字を走査して光電変換する光電変換装置、12はその電気信号を3値信号に量子化する量子化装置、13は中央処理部(CPU)で、予め定めたプログラムに従って文字認識の演算処理を行なうものである。14はメモリで、前記CPU13の演算に必要なプログラム、標準パターン、訓練途中の各種データの記憶および読出しを行なうものである。15はCPU13の文字認識結果の表示、プリントなどを行なう出力装置、16は各種クロックパルスを生産するクロックジェネレータである。

そして、読取対象の文字の映像を受ける光電変換装置11がその光電変換のためのイメージャシなどの走査動作により電気信号に変換し、量子化装置12に加えている。そして、A/Dコンバータ等を用いた量子化装置12では3値パターンの入力電気信号を3値パターンの電気信号に変換してCPU13に加えるようにしている。このとき、文字の背景は“0”となるようにし、CPU13よりメモリ14に一時的に記憶し、その読取の文字の特徴抽出、相違度計算等の認識処理を行なって出力装置15にその認識結果を出力している。

次に、第2図は前記CPU13で処理される演算手順の流れ図を示している。まず、ステップ100で量子化装置12よりの信号入力(サンプリング)を行なった後にステップ200に進む。ステップ200では第3図に示すように3値パターンから文字部分のみを取り出し、これを88×68ドットの大いさの枠に上下左右が合うように値区大いさの正規化を行なう。さらに同様に1ドットの大いさの“0”の枠を付けることにより

70×70ドットのパターンとし、ステップ300へ進む。

第3図はステップ300で詳細にした流れ図である。正規化された文字パターンに対してステップ301で文字の重心点を左図り(ホール部は右図り)に追跡し、各検出点で軌跡の方向を16方向に量子化した方向指数を順次求める。

次にステップ302で文字パターンを7×7=49個の小領域に等分割し、ステップ303でそれぞれの小領域で方向指数ヒストグラム

$H_{ij}(k)$ [$i, j=1, 2, \dots, 7, k=1, 2, \dots, 16$ (方向指数)]

を作成する(第7図)。次に文字パターンが読取られている版面を撮影するためにステップ304、ステップ305で16方向の方向指数ヒストグラムを空間的、方向的にばかす処理を行なう。まず第7図(a)で印を付けた8個の小領域を中心としてガウス形の加重係数をもつ読み付けフィルタ(第8図)により $H_{ij}(k)$ を7×7から3×3の大いさに集約した方向指数ヒストグラムを作成

する。これを加重方向指数ヒストグラムと呼ぶことにし、

$H_{ij}(k)$ [$i, j=1, 2, 3, k=1, 2, \dots, 16$ (方向指数)]と表わす。このとき第7

図に示すように読み付けフィルタが置かれる部分があるため、各小領域の符号度は一定(0.11)になる。なお、7×7の領域からはみ出た部分は計算の対象としないこととする。続いて第9図に示す加重係数をもつフィルタを方向指数(16方向)の符号の中心として適用して8方向に集約することにより78(3×3×8)次元の特徴ベクトル(加重方向指数ヒストグラム)を得る。そしてステップ400へ進む。

このステップ400では、以下に述べる方法であらかじめ作成し記憶されている各字種の標準パターンと、認識しようとする文字との間の距離を計算し、最短距離をもつ標準パターンの字種を認識結果として出力するものである。ここに本発明の主要点がある。距離尺度としては式(1)で定義されるマハラノビス距離を適用している。

$$d_1^2(\pi) = \sum_{i=1}^n \frac{(\pi_i - \bar{\pi})^2}{\lambda_i^2} \quad (1)$$

ここで、 π は入力ベクトル (認識しようとする文字の特徴ベクトル) 又と、字種 k の学習文字群の平均ベクトル $\bar{\pi}_k$ との差であり、 λ_i は字種 k の学習サンプル群の主成分分析によって得られる。すなわち、字種 k の α 番目 ($\alpha = 1, 2, \dots, n$) の学習文字の特徴ベクトルを、

$$\pi_{k\alpha} = \begin{pmatrix} \pi_{k\alpha 1} \\ \pi_{k\alpha 2} \\ \vdots \\ \pi_{k\alpha n} \end{pmatrix} \quad (2)$$

とすると、(本例では $n = 72$) 上記平均ベクトル $\bar{\pi}_k$ は、

$$\bar{\pi}_k = \frac{1}{n_k} \sum_{\alpha=1}^{n_k} \pi_{k\alpha} = \begin{pmatrix} \bar{\pi}_{k1} \\ \bar{\pi}_{k2} \\ \vdots \\ \bar{\pi}_{kn} \end{pmatrix} \quad (3)$$

となり、偏差ベクトルは、

$$\pi_{k\alpha} - \bar{\pi}_k = \begin{pmatrix} \pi_{k\alpha 1} - \bar{\pi}_{k1} \\ \pi_{k\alpha 2} - \bar{\pi}_{k2} \\ \vdots \\ \pi_{k\alpha n} - \bar{\pi}_{kn} \end{pmatrix}$$

$$(\pi_i, \lambda_i) = f_1 \lambda_{i1} + f_2 \lambda_{i2} + \dots + f_n \lambda_{in} \quad (9)$$

と表せる。

式(1)において、 i が大きい所で $\lambda_{i1}, \lambda_{i2}$ を正しく求めるためには、極めて多数の学習文字と極めて高精度の主成分分析が必要である。また認識の場合は、式(1)の右辺の各項の分子にある $(\pi_i - \bar{\pi}_k)$ の絶対値は、分母 λ_i が1の増加と共に指数関数的に減少するが、分子がより急速(2乗)に減少することによって急速に零に近づき $(\pi_i - \bar{\pi}_k)$ が互換するようになる。式(1)による内積計算における激しい桁落ちに対処するために計算の有効桁数を大幅に増やす必要がある。すなわち、 $\|\lambda_i\|$ (λ_i のノルム) は1に無関係に1であるから、 λ_i の成分の絶対値の平均レベルは1が増加しても変わらない。従って、式(1)の右辺の各項 (π_i, λ_i) ($i = 1, 2, \dots, n$) の絶対値の平均レベルも1の増加によって小さくなることはない。それにもかかわらず (π_i, λ_i) が1の増加と共に零に近づいていくことは、正値の各項の和と負

となる。これから、分散・共分散

$$\Delta V_{ij} = \frac{1}{n_k - 1} (\pi_{k\alpha i} - \bar{\pi}_{ki})(\pi_{k\alpha j} - \bar{\pi}_{kj}) \quad (5)$$

と分散・共分散行列

$$V = \begin{pmatrix} \Delta V_{11} & \dots & \Delta V_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ \Delta V_{n1} & \dots & \Delta V_{nn} \end{pmatrix} \quad (6)$$

が得られる。 λ_i 及び λ_{i1} はそれぞれ行列 V の固有値及び固有ベクトルであり、 $\lambda_{i1}, \lambda_{i2}$ ($i = 1, 2, \dots, k+1$ 且 $k \leq n$) (第 k 号字種 k の標準パターンと呼ぶことにする。また以下では、 λ_{i1} を字種 k の第1主成分値と呼ぶことにする、

$$\text{式(1)で、} \quad \pi = (f_1, f_2, \dots, f_n)^T \quad (7)$$

$$\lambda_i = (\lambda_{i1}, \lambda_{i2}, \dots, \lambda_{in})^T \quad (8)$$

とおくと、

値の積項の和が絶対値においてほとんど等しくなるということである。これは、内積値の有効数字が積項の有効数字に比べて大幅に減少することがありうることを示すものである。

以上述べたように、式(1)を実際の光学的文字認識 (OCR) に適用するには、学習段階及び認識段階のいずれにおいても大きな問題点を解決する必要がある。これまでに、高次項を省略した式(1)を適用した研究例があるだけである。

$$d_1^2(\pi) = \sum_{i=1}^k \frac{(\pi_i - \bar{\pi})^2}{\lambda_i^2} \quad (10)$$

しかしこの方式では、 $\lambda_{k+1}, \lambda_{k+2}, \dots, \lambda_n$ で張る部分空間内ではいくも動いても距離が生じないため、ある字種の平均近くからこの部分空間を巡って他の字種の平均近くへ至る道があると、誤った字種との相違度の方が小さくなる可能性がある。

第10図は説明を分かりやすくするため、 $k=1$ とし、 λ_1, λ_2 の張る平面と λ_1, λ_2 の張る平面が同じである場合を示している。ここで、

0点から7次元直交座標系の原点、同心楕円は式(10)に示すような楕円である。この例では $k=1$ であるから、 $\lambda_1 p_1$ と $\lambda_2 p_2$ が加算されており、図中の点Pに矢をもつ入力ベクトルXについては、字根mの平均との距離が「3」であるのに対して、字根nの平均との距離は、 $\lambda_1 p_1$ で表る1次元空間を遡って字根mの平均に至る経路があるため、零となり、著しい不合理を生じる。

従って、式(11)のマハラノビス距離に、別の観点からアレンジを加えることにより、計算量をほとんど増加させることなく距離を向上させようとするものである。まず、式(11)を式(10)のように有限項で打ち切るのではなく、式(11)で置き換える。

$$d_2^2(\text{ff}) = \sum_{i=1}^k \frac{(\text{ff}_i \cdot p_i)^2}{\lambda_i} + \sum_{i=k+1}^n \frac{(\text{ff}_i \cdot p_i)^2}{\lambda_i} \quad (11)$$

式(11)は第11図に示すようにk軸まではその直交座標の固有値を用いるが、 $k+1$ 軸以降については、固有値を λ_i (例えば λ_{k+1} の一定値に選ぶ)と一定値に保って相速度を計算すること

とを意味する。 $\lambda_i = \lambda_{k+1}$ の場合、 $k+1$ 項以降は小さく固定されるが、前述の部分空間による遠り抜けは防止される。さらに、 λ_{k+1} 以上の固有値を一定値 λ_i としたことにより、式(11)の右辺第2項は $\|\text{ff}\|^2$ とk軸までの成分のみで与えられる。すなわち、式(11)は式(12)のように書きかえることができる。

$$d_2^2(\text{ff}) = \sum_{i=1}^k \frac{(\text{ff}_i \cdot p_i)^2}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda} \left\{ \|\text{ff}\|^2 - \sum_{i=1}^k (\text{ff}_i \cdot p_i)^2 \right\} \quad (12)$$

式(12)右辺の第1項と第2項をまとめると、

$$d_2^2(\text{ff}) = \sum_{i=0}^k \frac{(\text{ff}_i \cdot p_i)^2}{K \lambda_i} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \text{ただし、} \lambda_0 &= \text{ff}, \lambda_k = \lambda, \forall k \geq 1 \\ &= -\frac{1}{2} \lambda - \frac{1}{2} \lambda_i \quad (i=1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

となり、これを疑似マハラノビス距離と定義する。

式(13)を用いると、 $i=0$ に対する項を余分

に計算すること以外は式(10)と同様に第k軸までの成分を計算するだけで、式(11)を用いた場合に生じる前述の学習段階及び認識段階における問題が解決されると共に、式(10)を用いた場合の前述の支障も大幅に軽減されることになる。

第4図は式(13)を用いて疑似マハラノビス距離を計算する流れ図の1例である。まず、ステップ401により初期設定を行ない、格番号1及び計量を「0」にセットする。次にステップ402、403により互中の各項を計算する。次にステップ404で格番号1がkに達しているかを判断し、等しければ終了し、等しければステップ405で1に「1」を加えてステップ402へ戻り、k回これを繰り返す。この過程を標準パターンとの類似(類似率)だけ繰り返して、ステップ500でその中の類似率をもつて標準パターンの中から相速度の最小の文字を選択して認識結果とし、ステップ500で出力する(必要に応じて2番目に小さい距離解を参照して並列判定を行なうものとする)。

なお、本方式における計算は、並列化が極めて容易であるから、積和計算の専用プロセッサの使用がますます容易になるような条件下では、例えば第5図のような構成とすれば、読取速度を容易に向上させることができる。

以上は疑似マハラノビス距離を用いる識別方式について述べたが、 $k+1$ 番目以降の固有値を一定値 λ_i で置きかえる考え方はマハラノビス距離よりも理論的には厳密と考えられるベイズ識別式にも適用することができる。これにより、ベイズ識別式

$$d_2^2(X) = \log(\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdots \lambda_n) + \sum_{i=1}^n \frac{(\text{ff}_i \cdot p_i)^2}{\lambda_i} \quad (14)$$

は、式(12)のように書きかえられる。

$$d_2^2(X) = \log(\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdots \lambda_n) + d_2^2(X) \quad (15)$$

これを疑似ベイズ識別式と定義する。疑似マハラ

ノビス距離との差は割除項だけであるが、これは学習段階で計算し記憶されている数値であるから、式(15)を用いて微別しても計算量は事実上同じである。従って、図2のように式(15)は主として大分階において特徴を抽出するようである。

最後に本発明による文字認識方式を用いた実験例を第12図～第15図に示す。学習文字として電子技術総合研究所の平仮名漢字データベースE.T.L.8の第1巻から第10巻(50文字/字種)を、テスト文字として第16巻(5文字/字種)を用いている。第12図は $k=20$ の場合の認識結果を示しているが、図似マハラノビス距離 d_m を用いると、ほぼ同じ計算量の距離 d_1 〔式(16)〕に比べて、10%ほど認識率が向上しており、その結果がはっきり現れていることが分かる。また第13図は入力ベクトル“草”に対して、田カサゴリーの図似パターンと田カサゴリー“草”の図似パターンとの距離値を示したものであるが、式(16)による距離では田カサゴリーの方が小さくなっているのに対して、両成分を近似的に等置し

た式(13)による距離では逆にして田カサゴリーの方が小さくなっており、正しく相違度が評価されていることがわかる。

また、学習文字を130文字/字種(E.T.L.8の第7巻から第8巻)に増加させた実験では、正認識率は2%ほど上昇し、誤認識率88.1%、平均値4.8%、計92.7%の組合せマトに列して、未知文字で9.8%以上の正認識率が得られている(第14図)。また意外に誤取りが低いといわれている平均値が誤率と同一水準で、より高い正認識率で誤り取られていることが注目される。

また、式(18)による実験の結果は第15図のようであり、正認識率は図似マハラノビス距離の場合よりもわずかに低いが、10位誤差分限率では、誤差の文字を多く含む第8巻で誤りが半減し、9.8%に抑えている。

なお、上述の実験例では、加重方向指数ヒストグラムを8方向として展開したが、何の辺の辺を短縮して4方向にまとめても(例えば、方向指数“1”の点と“5”の点を区別せずに計数してヒ

ストグラムを作る)、正認識の低下はほとんど認められないことが実験的に確認されているので、加重方向指数ヒストグラムは4方向に減らし、その代りに読み付けフィルタの適用箇所を 4×4 に拘すと、さらに高いコストパフォーマンスが期待される。また、第16図例のように読み付けフィルタの適用箇所を 2×2 にして大分階を行い、入力文字の図似率値を上げれば、第18図例に示す大分階を行わない場合に比して認識速度を向上させることができる〔第16図例〕。

さらに、空間的にばかすフィルタとして等方性ガウス形の読み係数を有する読み付けフィルタを利用した例を示したが、読み係数値が円周となる非等方性ガウス形フィルタを用いたり(例えば、円の長軸を計数すべき方向指数が表わす方向と直交する方向にとり)、ハミングウィンドの読み付けフィルタなど他の形式の読み付けフィルタを利用するようにしてもよい。

以上説明したように、本発明では加重方向指数ヒストグラムと図似マハラノビス距離/図似ベ

ズ微別式などの相違度計算を用いて文字認識を行うことにより、従来図似であると考えられていた平仮名漢字あるいは平仮名平仮名等を合せて混合文字に対しても、短い微別時間であつて図似率も大抵に向上させることが可能であるうえに、高いコストパフォーマンスを期待することができるといふ優れた効果がある。

4. 図似の簡単な説明

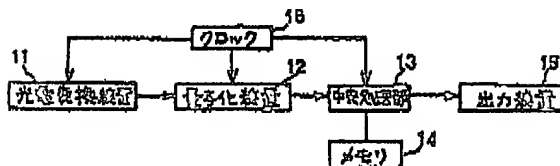
第1図は本発明の構成を示すブロック図、第2図はCPUで処理する手順を示す流れ図、第3図は特徴抽出手順の呼び出し流れ図、第4図は図似マハラノビス距離を計算する流れ図、第5図は並列処理による高速化手段の一例を示す図、第6図は正規化の方法を示す図、第7図は方向指数ヒストグラムを作成するための図、第8図はガウス形の読み係数をもつ空間フィルタの説明図、第9図は方向的にばかす読み付けフィルタの説明図、第10図はマハラノビス距離式の係数項だけを用いて微別する場合に生じる問題点を説明するための図、第11図は図似マハラノビス距離の計算に用いる図

有値の分布を示す図、第12図、第13図、第14図、第15図は本発明を用いた実験例の結果を示す図、第16図(a)、(b)は大分組を行なって読取速度を向上させる方法を説明する説明図である。

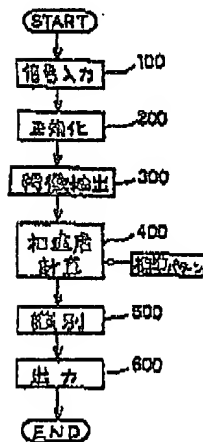
11…光電変換装置、12…量子化装置、13…中央処理部、14…メモリ、15…出力装置。

特許出願人 三 電 機 有 限 公 司

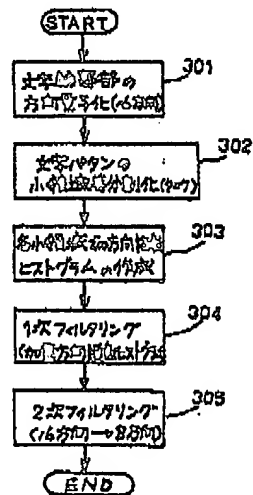
第 1 図



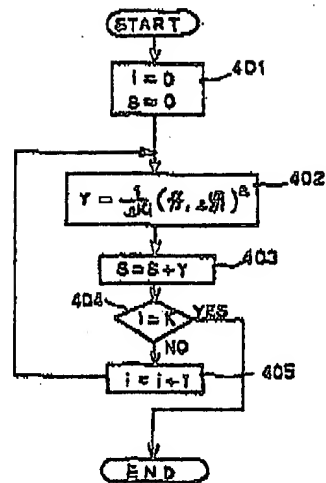
第 2 図



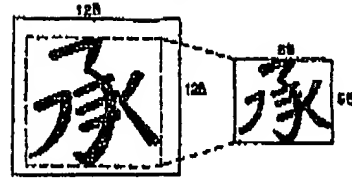
第 3 図



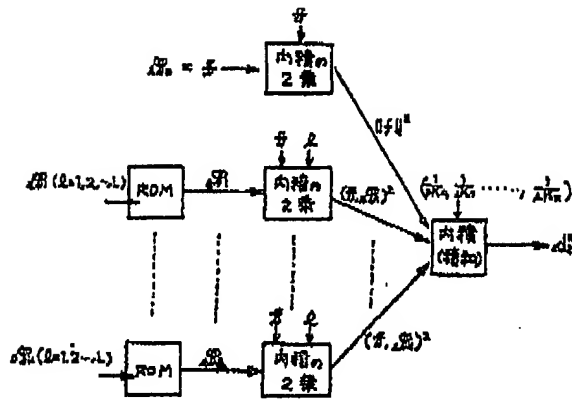
第 4 図



第 6 图

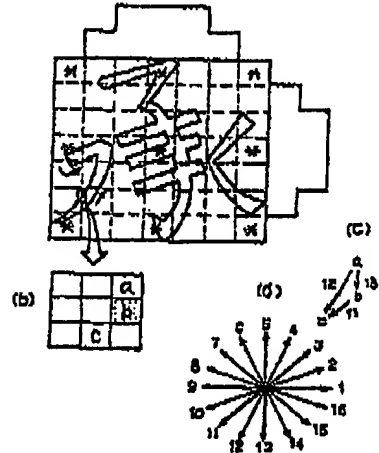


第 5 图



第 7 图

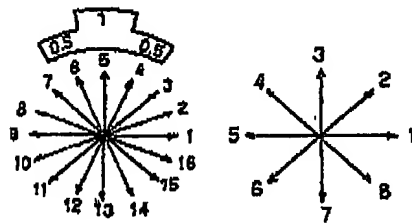
(a)



第 8 图



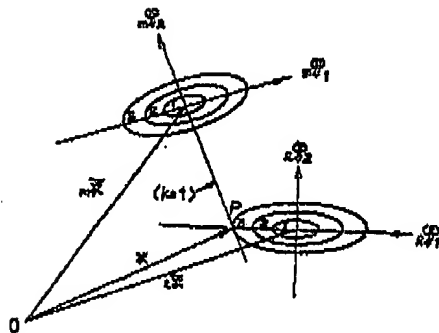
第 9 图



第 11 图



第 10 图



第 12 图

(146字語 k=20)

相違形式	正能率	10位累積分離率
d1	81.8%	96.8%
d2	92.2%	98.8%

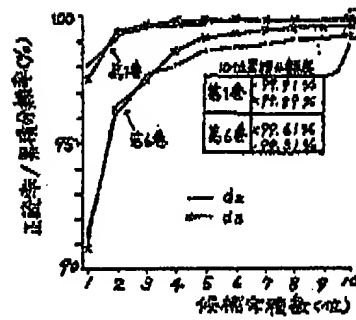
第 13 图

	d1 ²	d2 ²
平均相違度	34.2	39.0
最大相違度	23.9	47.7

第 14 圖

(M=10)	正確率	10位正確率
25.0%	98.91%	99.78%
26.0%	98.14%	99.78%

第 15 圖



第 16 圖

